



Razvoj pravila raspoređivanja korištenjem genetskog programiranja

Kvalifikacijski doktorski ispit

Pristupnik: Marko Đurasević
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Domagoj Jakobović

Rujan 2015.

Sadržaj

- Uvod
- Teorija raspoređivanja
- Postupci izrade rasporeda
- Primjena GP-a za izradu pravila raspoređivanja
- Zaključak

Uvod

- Raspoređivanje – dodjela sredstava određenim aktivnostima
- Široka primjena:
 - Zrakoplovstvo
 - Bolnice
 - Proizvodnja poluvodiča
 - Heterogeni računalni sustavi
- Većinom NP-težak problem

Teorija raspoređivanja

- Cilj: izraditi raspored koji optimira određene kriterije
- Svojstva poslova: trajanje, težina, vrijeme željenog završetka, vrijeme pripravnosti, vrijeme nužnog završetka
- Klasifikacija problema kao: $\alpha|\beta|\gamma$
 - α – okolina strojeva
 - β – karakteristike problema raspoređivanja
 - γ – kriteriji optimizacije

Okolina strojeva

- Jedan stroj (*single machine*)
- Paralelni strojevi
 - Idenični (*identical machines*)
 - Jednoliki (*uniform machines*)
 - Nesrodni (*unrelated machines*)
- Obrada tijeka (*flow shop*)
- Proizvoljna obrada (*job shop*)
- Otvorena obrada (*open shop*)

Karakteristike problema raspoređivanja

- Prekidivost
- Podskup strojeva za pojedini posao
- Ograničenje redoslijeda
- Recirkulacija
- Trajanje postavljanja
- Vremena pripravnosti
- Kvarovi strojeva
- Obrada bez čekanja
- Grupno raspoređivanje
- Blokiranje

Kriteriji optimizacije

- Ukupna duljina rasporeda
- Težinsko kašnjenje
- Težinsko protjecanje
- Težinski zbroj zakašnjelih poslova

Uvjeti i načini izrade rasporeda

- Ovisno o raspoloživosti parametara
 - Predodređeno raspoređivanje
 - Raspoređivanje na zahtjev
- Ovisno o pouzdanosti parametara
 - Determinističko raspoređivanje
 - Stohastičko raspoređivanje
- Ovisno o načinu izrade rasporeda
 - Statičko raspoređivanje
 - Dinamičko raspoređivanje

Postupci izrade rasporeda

- Egzaktni postupci
 - Dinamičko programiranje, postupak *branch and bound*, matematičko programiranje
- Aproksimativni postupci
- Heuristički postupci
 - Unapređivački:
 - Genetski algoritmi, tabu pretraživanje, kolonija mrava
 - Konstruktivni
 - *Shifting-bottleneck*
 - Pravila raspoređivanja

Pravila raspoređivanja

- Određuju prioritet za svaki par posao-stroj
- Raspoređuje se par s najvećim/najmanjim prioritetom
- Brza i jednostavna
- Teško je izraditi kvalitetna pravila raspoređivanja
 - Potreba za automatizacijom izrade pravila raspoređivanja

Automatska izrada pravila raspoređivanja

- Stabla odluke
 - C4.5
- Neizrazita logika
- Neuronske mreže
- Genetsko programiranje

Genetsko programiranje

- Jedinke – matematičke funkcije ili izrazi
- Prikaz u obliku stabla
 - Unutarnji čvorovi – funkcijski čvorovi
 - Listovi – konstante i varijable
- Genetskim operatorima pretražuje se prostor potencijalnih rješenja
- Široka primjena GP-a za različite probleme

GP u raspoređivanju

- Prvi put primijenjeni prije 15 godina
- Najprije korišteni za određivanje primjene ručno izrađenih pravila raspoređivanja
- Miyashita prvi izrađuje pravila raspoređivanja korištenjem GP-a
 - Funkcijski čvorovi: +, -, *, /, if
 - Terminalni čvorovi: svojstva poslova i sustava (trajanje posla, težina posla i slično)
- Započinje primjena GP-a za različita okruženja raspoređivanja

GP u raspoređivanju

- Najviše istraživanja za okolinu proizvoljne obrade
- Primjena i za višekriterijski optimizaciju
- Istraživanje se usmjerava na poboljšanje dobivenih rezultata
- Radi se analiza izrade primjera za učenje
 - Primjere mijenjati iz generacije u generaciju

GP u raspoređivanju

- Analiza parametara za GP
 - Veličina stabla
 - Broj generacija
- Različiti prikazi u GP-u
 - Stablo odabire jednostavni raspoređivač ovisno o stanju sustava
 - Stablo određuje prioritet paru posao-stroj
 - Kombinacija prethodna dva prikaza (najbolji rezultati)
- GEP
 - Rješenja slične kvalitete, no često jednostavnije

GP u raspoređivanju

- **Kombinacija GA+GP**
 - GP razvije nekoliko pravila raspoređivanja
 - GA traži optimalan raspored tih pravila po strojevima
- **Iterativna pravila raspoređivanja**
 - Raspored se izgrađuje više puta i uzimaju se informacije iz prethodnih rasporeda
 - Dobri rezultati
 - Primjenjivo samo u predodređenom raspoređivanju

GP u raspoređivanju

- OAS – *order acceptance and scheduling*
 - Odrediti koje poslove prihvatiti i kako ih rasporediti
 - 2 varijante:
 - Evoluira se jedno stablo za prioritet i pomoću praga se odlučuje o prihvaćanju nekog posla
 - Evoluiraju se dva stabla, jedno za određivanje prioriteta, drugo za odluku treba li posao prihvatiti
- DDAR – *due date assignment rules*
 - Procjena vremena završetka poslova
 - Višekriterijska optimizacija i koevolucija: DDAR + pravila raspoređivanja

Zaključak

- GP je u stanju izraditi bolja pravila raspoređivanja od klasičnih pravila
- Mogućnost primjene u različitim okruženjima i za različite kriterije
- Mnogo prostora za daljnje istraživanje:
 - Rollout heuristika
 - Semantički GP
 - Višekriterijska optimizacija
 - Skupno učenje (*ensemble learning*)
 - Koevolucija

Pitanja?

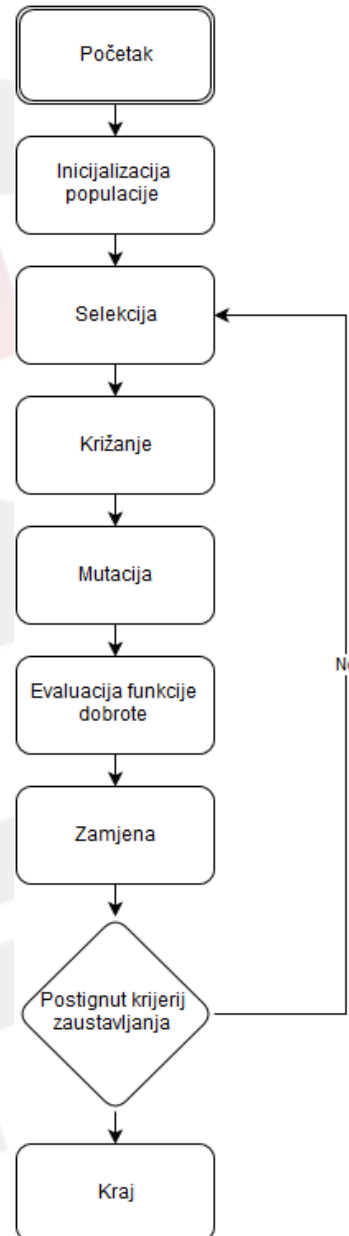


FER

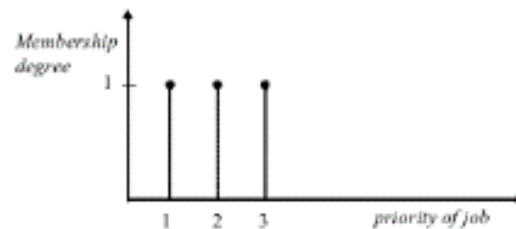
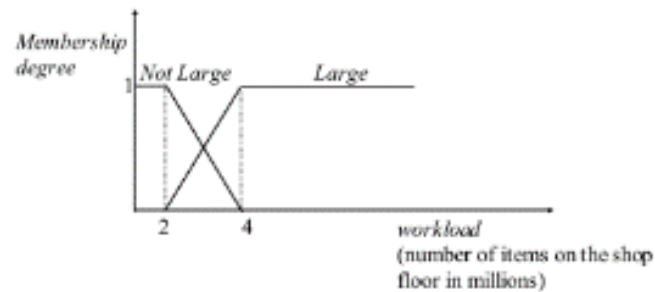
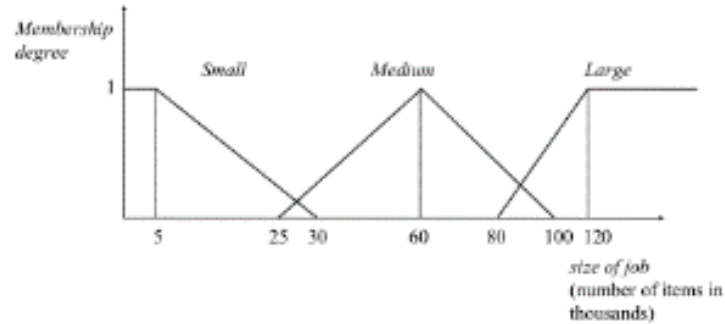
Primjer pravila raspoređivanja

- $$\pi = pos\left(\frac{pos(w*SL)}{\frac{w*pavg}{SL+pmin}}\right) - (pos((w * pt)) + (w * age) - \left(\left(\frac{pmin}{w}\right) - (MR - age) + (dd - pt) + (pmin + pavg)\right))$$

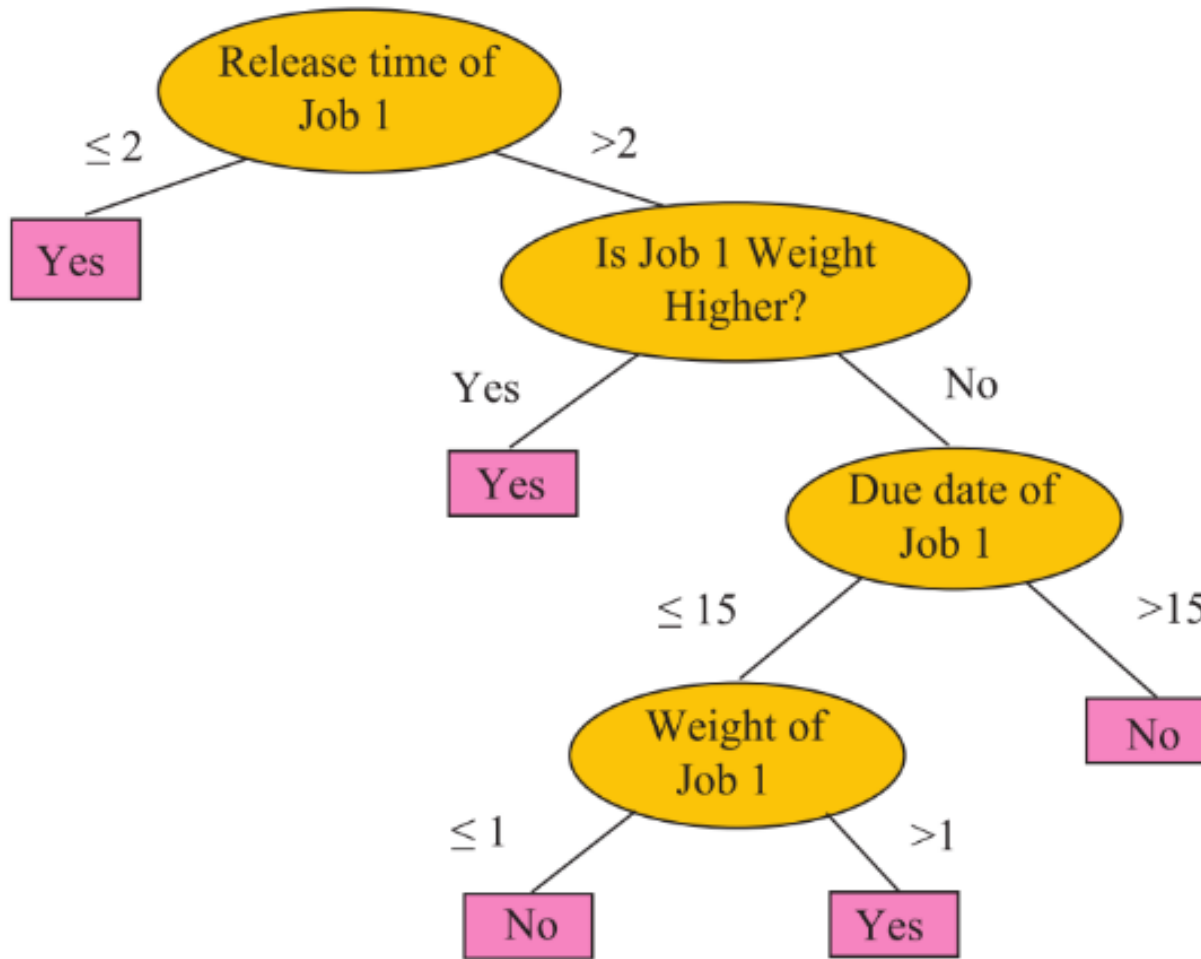
Blok dijagram GP-a



Neizrazita pravila i skupovi



Stabla odluke



Ručno definirana pravila raspoređivanja

- Weighted shortest processing time:

$$\pi_j = \frac{w_j}{p_j}$$

- Earliest due date:

$$\pi_j = \frac{1}{d_j}$$

- Montagne pravilo:

$$\pi_j = \frac{w_j}{p_j} \left(1 - \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n p_i} \right)$$

Stablo u GP-u

$$(w * pt) + \frac{pt}{dd} * SL$$

